EFECTOS DE DIFERENTES ENMIENDAS ORGÁNICAS SÓLIDAS EN HINOJO Y PIMIENTO

F. Pomares, C. Baixauli, J.M. Aguilar, A. González y R. Albiach

1. JUSTIFICACIÓN

La existencia de un nivel adecuado de materia orgánica en el suelo es un requisito crucial para el mantenimiento de los suelos con una elevada capacidad productiva. Las fuentes de materia orgánica que normalmente se aportan a los cultivos hortícolas son los estiércoles de distintos tipos de ganado (ovino, bovino, porcino, aviar, etc.). Pero ante la carestía de los estiércoles sólidos, han surgido distintos productos orgánicos derivados de los residuos urbanos, de la industria agroalimentaria, etc., que pueden ser alternativos de los estiércoles tradicionales.

2.OBJETIVO

La finalidad de este ensayo fue evaluar los efectos de varias enmiendas orgánicas sólidas en los cultivos de hinojo pimiento tipo italiano con riego por goteo.

3. LUGAR

Centro de Fundación Ruralcaja, Paiporta (Valencia).

4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

El diseño experimental incluyó un tratamiento testigo (S_o) y siete enmiendas orgánicas sólidas: estiércol de ovino (S_1), compost de RSU S_2), compost de lodos de depuradora (S_3), compost de alperujos (S_4), fem de sac (S_5), compost de purines de porcino (S_6), y humus de lombriz (S_7). Los productos S_1, S_2, S_3 y S_4, se aplicaron a una dosis de 30.000 kg/ha, y los productos S_5, S_6 y S_7 se aportaron a una dosis de 6.000 kg/ha cada 2 años. El ensayo se inició a principios de septiembre de 2002, habiéndose implantado anteriormente los cultivos de: coliflor 1, patata 1, sandía, hinojo, pimiento, col china, alcachofa de semilla, sandía mini, coliflor 2 y patata 2, con tres aplicaciones de las referidas enmiendas orgánicas en las labores preparatorias de coliflor 1, pimiento y coliflor 2. Las dosis de fertilizantes inorgánicos fueron iguales en todos los tratamientos. La plantación de hinojo, cultivar **Orbit** (Bejo), se realizó con un marco de 0,63 x 0,30 m, el 20/11/09 y la recolección el 6/04/09.

Y en el cultivo de pimiento se utilizó el cultivar **Italres** (Séminis). El marco de plantación fue de 1,75*0,29 m. El sistema de cultivo fue semiforzado, a base de acolchado con plástico negro y microtúnel con polipropileno no tejido de 17g/m^2. La recolección se inició el 07/07/09 y se finalizó el 27/10/09.

5. RESULTADOS

Producción

En la tabla 1 adjunta se muestran los datos correspondientes a la producción comercial de hinojo (1ª, 2ª y 3ª clase, y total), peso medio de las piezas (1ª, 2ª y 3ª clase) y componentes del destrío (destrío, espigado, paleta y total), en función de la enmienda orgánica sólida aportada. Y en la figura 1 se muestra gráficamente el rendimiento comercial de hinojo obtenido en cada uno de los tratamientos comparados, por orden decreciente de magnitud.

Y respecto al cultivo de pimiento, en las tablas 2-4 se muestran los datos de producción comercial (1ª, 2ª clase y total), acumulada a lo largo del periodo productivo (julio, agosto, septiembre y octubre); en la tabla 5 se presentan los valores de peso medio mensual de los frutos de 1ª clase; y en las tablas 6-9 se indican los datos de producción de cada uno de los componentes del destrío (destrío, planchado, necrosis apical (blossom end rot). Y asimismo, en la figura 2 se muestran gráficamente los resultados de rendimiento comercial total de pimiento, indicados por orden decreciente de magnitud.

Propiedades químicas, físico-químicas y biológicas del suelo

Los resultados obtenidos en varias características del suelo, en las capas 0-15 y 15-30 cm, correspondientes al muestreo efectuado después de la 3ª aplicación bianual se muestran en las tablas 10-13 y figuras 3-8.

6. CONCLUSIONES

Sobre el hinojo

De los resultados obtenidos, se constató que todas las enmiendas orgánicas aplicadas dieron rendimientos ligeramente superiores al testigo, pero las diferencias entre productos no mostraron significación estadística. Cabe señalar que al igual que sucedió en los cultivos anteriores, las enmiendas (estiércol de ovino, compost de RSU, compost de alperujos y compost

de lodos) que se aplicaron a la dosis más alta originaron rendimientos algo más altos que las otras tres enmiendas y en los restantes parámetros estudiados las diferencias entre las enmiendas fueron muy bajas.

Sobre el pimiento

De los resultados obtenidos, se constató que todas las enmiendas, excepto el estiércol de ovino, registraron rendimientos de producción total, de pimiento comercial ligeramente superior al testigo, siendo reseñable que la mayor producción se obtuvo con el compost de lodos de depuradora. Tomando como referencia el rendimiento obtenido en el testigo (100), los rendimientos logrados con las enmiendas orgánicas oscilaron entre el 91 % (estiércol de ovino) y 116% (compost de lodos de depuradora).

Respecto al peso medio de los frutos las diferencias entre tratamientos no resultaron significativas, y el patrón de fue diferente al obtenido con la producción total.

Los componentes del destrío resultaron poco afectados por la aplicación de las enmiendas orgánicas, obteniéndose diferencias significativas únicamente en los frutos afectados por planchado (producción durante los meses de julio y agosto) y necrosis apical (blossom end rot) en la producción de julio.

Sobre las propiedades del suelo

El contenido de materia orgánica correspondiente al horizonte de 0-15 cm resultó afectado significativamente por algunas de las enmiendas orgánicas aplicadas, y la eficacia de las mismas para aumentar el nivel de humus dependió, principalmente, de la dosis aportada; así, el estiércol de ovino, el compost de lodos, el compost de alperujos y el compost de RSU, registraron niveles de materia orgánica más altos que las otras tres enmiendas: vermicompost, compost de purines y Fem de Sac.

El contenido de fósforo asimilable también aumentó de forma significativa en algunos tratamientos con respecto al testigo, encontrándose el mayor nivel de fósforo asimilable con el compost de lodos.

El potasio asimilable reflejó un efecto claramente significativo de las enmiendas orgánicas en los diferentes horizontes del suelo, correspondiendo la eficacia más alta al estiércol de ovino y al compost de alperujos.

Por el contrario, otros cationes asimilables (calcio, magnesio y sodio), los micronutrientes asimilables (hierro, cobre, manganeso y cinc), los metales pesados, el pH y la salinidad resultaron muy poco afectados.

Respecto a las propiedades biológicas (biomasa microbiana, actividad deshidrogenasa y actividad fosfatasa alcalina), aunque no se encontraron efectos significativos, se constató una tendencia a registrar valores considerablemente superiores a los del testigo.

	COMERCIAL							DESTRÍO			
Parcela	**Rto. 1ª (Kg/m^2)**	**P. Medio 1ª (g)**	**Rto. 2ª (Kg/m^2)**	**P. Medio 2ª (g)**	**Rto. 3ª (Kg/m^2)**	**P. Medio 3ª (g)**	**Rto. Total (Kg/m^2)**	**Destrío (Kg/m^2)**	**Espigado (Kg/m^2)**	**Paleta (Kg/m^2)**	**Total (Kg/m^2)**
Ovino	3,77	605,37	0,16	363,33	0,00	-	3,93	0,00	1,00	0,03	1,03
RSU	3,54	559,40	0,09	342,50	0,00	-	3,63	0,00	1,30	0,00	1,30
Alperujos	3,03	548,80	0,21	330,71	0,02	260,00	3,26	0,00	1,10	0,01	1,13
L.depuradora	3,15	569,31	0,03	380,00	0,00	-	3,18	0,04	1,70	0,08	1,80
H.Lombriz	2,80	521,38	0,26	347,50	0,05	275,00	3,11	0,00	1,18	0,17	1,35
Purin porcino	3,01	587,56	0,06	350,00	0,00	-	3,07	0,00	2,00	0,00	2,00
Fem Sac	2,51	548,33	0,38	379,83	0,08	283,33	2,96	0,00	1,65	0,00	1,65
Testigo	2,36	556,46	0,06	347,50	0,08	280,00	2,50	0,04	1,55	0,00	1,58
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabla 1. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en los parámetros de producción del hinojo

	Producción comercial acumulada pimiento 1ª categoría(Kg/m^2)			
Tratamiento	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**
Lodos depuradora	3,44	5,87 a	8,24	9,61
Humus Lombriz	3,41	5,77 a	7,60	9,01
Alperujos	3,19	5,26 abc	7,22	8,98
Fem Sac	3,36	5,54 ab	7,33	8,87
Purines porcino	3,38	5,37 abc	7,26	8,66
Testigo	2,82	4,73 bc	6,92	8,58
RSU	3,09	5,22 abc	6,75	8,45
Ovino	2,95	4,60 c	5,91	7,69
	n.s.	95%	n.s.	n.s.

Tabla 2. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en la producción acumulada de pimiento 1ª clase

	Producción comercial acumulada 2ª categoría (Kg/m^2)			
Tratamiento	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**
Lodos depuradora	0,23 ab	0,65	1,52	1,69
Humus Lombriz	0,25 a	0,69	1,44	1,57
Alperujos	0,15 bcd	0,56	1,39	1,47
RSU	0,13 cd	0,50	1,27	1,42
Purines porcino	0,18 abc	0,54	1,31	1,40
Fem Sac	0,11 cd	0,57	1,21	1,29
Testigo	0,09 d	0,39	1,11	1,17
Ovino	0,19 abc	0,55	1,01	1,15
	95%	n.s.	n.s.	n.s.

Tabla 3. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en la producción acumulada de pimiento 2ª clase

	Producción comercial total acumulada (kg/m^2)			
Tratamiento	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**
Lodos depuradora	3,68	6,52 a	9,76 a	11,29
Humus Lombriz	3,66	6,45 a	9,04 ab	10,58
Alperujos	3,34	5,82 ab	8,60 ab	10,44
Fem Sac	3,47	6,11 a	8,54 ab	10,16
Purines porcino	3,56	5,91 ab	8,58 ab	10,06
RSU	3,23	5,71 ab	8,01 bc	9,87
Testigo	2,91	5,12 b	8,03 bc	9,75
Ovino	3,14	5,16 b	6,92 c	8,84
	n.s.	95%	95%	n.s.

Tabla 4. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en la producción total acumulada de pimiento

	Peso medio mensual pimiento 1ª categoría (g/fruto)			
Tratamiento	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**
RSU	138,75	107,38	101,50	101,25
Testigo	141,63	109,88	98,94	99,25
Alperujos	139,50	102,25	96,81	98,63
Lodos depuradora	129,25	112,63	102,56	98,31
Humus Lombriz	145,75	117,00	99,31	96,81
Purines porcino	136,13	114,88	94,88	94,50
Fem Sac	143,63	116,25	101,63	92,88
Ovino	141,00	115,88	92,63	91,69
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabla 5. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en el peso medio mensual de pimiento 1ª clase

	Producción destrío acumulada de pimiento (Kg/m^2)			
Tratamiento	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**
Lodos depuradora	0,27	0,63	1,16	2,45
RSU	0,23	0,70	0,96	2,20
Humus Lombriz	0,26	0,59	0,97	2,17
Fem Sac	0,26	0,56	0,80	2,14
Purines porcino	0,25	0,64	0,97	2,04
Alperujos	0,24	0,64	0,99	2,03
Testigo	0,28	0,81	1,01	1,99
Ovino	0,29	0,49	0,76	1,99
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabla 6. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en la producción acumulada de destrío en pimiento

	Producción planchado acumulado (Kg/m^2)			
Tratamiento	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**
Testigo	0,00 b	0,30 a	0,33	0,33
Alperujos	0,00 b	0,24 ab	0,30	0,30
Fem Sac	0,00 b	0,19 abc	0,25	0,25
RSU	0,00 b	0,19 abc	0,24	0,24
Lodos depuradora	0,00 b	0,19 abc	0,24	0,24
Purines porcino	0,00 b	0,17 bc	0,22	0,22
Ovino	0,00 b	0,12 bc	0,16	0,16
Humus Lombriz	0,01 a	0,07 c	0,11	0,11
	95%	95%	n.s.	n.s.

Tabla 7. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en la producción acumulada de pimiento afectado por planchado

	Producción Blossom end rot acumulado (Kg/m^2)			
Tratamiento	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**
Ovino	0,20 ab	0,85	1,49	1,49
Purines porcino	0,20 ab	0,68	1,47	1,47
Fem Sac	0,20 ab	0,53	1,18	1,18
RSU	0,13 b	0,59	1,17	1,17
Lodos depuradora	0,31 a	0,75	1,13	1,13
Humus Lombriz	0,10 b	0,47	1,08	1,08
Alperujos	0,10 b	0,45	1,05	1,05
Testigo	0,08 b	0,41	0,79	0,79
	95%	n.s.	n.s.	n.s.

Tabla 8. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en la producción acumulada de pimiento afectado por de necrosis apical

	Producción destrío total acumulado(Kg/m^2)			
Tratamiento	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**
Lodos depuradora	0,59	1,57	2,53	3,93
Purines porcino	0,44	1,48	2,66	3,86
RSU	0,36	1,48	2,37	3,70
Fem Sac	0,45	1,31	2,26	3,65
Ovino	0,49	1,46	2,41	3,64
Humus Lombriz	0,37	1,13	2,16	3,48
Alperujos	0,33	1,32	2,34	3,42
Testigo	0,36	1,51	2,13	3,14
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabla 9. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en la producción acumulada de destrío total en pimiento

Metales pesados (ppm) en el suelo (horizonte 0-15 cm)

	Cu	Cr	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	Hg	Cd
S1	20,9	14,9	16195	387	14,4	18,7	70,7	ND	ND
S2	23	114	15491	392	15	18,3	65,7		
S3	22,6	15,6	14765	378	15,7	17,6	63,6		
S4	21	14,2	15694	388	18,4	27,3	63,2		
S5	21,5	13,2	14431	384	14,8	18,3	54,5		
S6	19,8	17,1	15238	382	15	16,6	61,1		
S7	20,6	13,2	15031	383	14,3	16,9	60,8		
S0	20,8	15,1	16313	381	14,7	17	62,4		
ME	21,3	14,7	15395	384	15,3	18,8	62,8		
DS	1,05	1,29	662	4,48	1,31	3,5	4,61		
SS	**P>0,05**	**P>0,05**	**P>0,05**	**P>0,05**	**P>0,05**	**P>0,05**	**P>0,05**	**ND**	**ND**

Tabla 10. Contenido de metales pesados totales en el suelo, profundidad de 0-15 cm (Cu = cobre, Cr=cromo, Fe=hierro, Mn=manganeso, Ni=níquel, Pb=plomo, Zn=cinc, Hg=mercurio, Cd=cadmio**)**

Metales pesados (ppm) en el suelo (horizonte 15-30 cm)

	Cu	Cr	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	Hg	Cd
S1	27,3	15,0	16387	393	14,8	20,8	70,5	ND	ND
S2	28,9	13,3	15698	395	14,9	21,0	79,0		
S3	31,0	17,8	15179	374	14,9	20,5	67,4		
S4	27,2	15,6	16498	407	14,9	19,4	69,5		
S5	27,2	13,2	14614	384	14,5	20,4	64,1		
S6	26,0	13,4	15358	394	16,0	19,0	69,9		
S7	26,7	15,1	15441	390	15,3	18,4	67,0		
S0	27,3	15,5	16206	386	14,3	23,2	70,7		
ME	27,7	14,9	15673	390	15,0	20,3	69,8		
DS	1,56	1,56	654	9,61	0,518	1,48	4,34		
SS	**p>0,05**	**p>0,05**	**p<0,05**	**p>0,05**	**p>0,05**	**p>0,05**	**p>0,05**	**ND**	**ND**

Tabla 11. Contenido de metales pesados totales en el suelo, profundidad de 0-15 cm (Cu = cobre, Cr=cromo, Fe=hierro, Mn=manganeso, Ni=níquel, Pb=plomo, Zn=cinc,Hg=mercurio, Cd=cadmio**)**

Micronutrientes asimilables (ppm) en el suelo (horizonte 0-15 cm)

	Cu	Fe	Mn	Zn
S1:estiercol ovino	5,41	19,4	9,76	5,09
S2:compost RSU	6,18	21,2	9,85	5,07
S3:compost lodos	5,68	25,9	9,48	4,89
S4:compost alperujos	5,61	22,7	8,8	4,37
S5:Fem de Sac	5,63	25,8	10,1	4,7
S6:compost de purines	5,48	20,8	10,2	4,67
S7:vermicompost	5,04	14,1	8,91	4,12
S0:control	6,08	22,9	10,5	4,67
Media	5,64	21,62	9,69	4,70
DS	0,364	3,797	0,605	0,332
SS	**p>0,05**	**p>0,05**	**p>0,05**	**p>0,05**

Tabla 12. Contenido de micronutrientes asimilables en el suelo, profundidad de 0-15 cm (Cu=cobre, Fe=hierro, Mn=manganeso y Zn=cinc)

Micronutrientes asimilables (ppm) en el suelo (horizonte 15-30 cm)

	Cu	Fe	Mn	Zn
S1:estiercol ovino	4,05	13,3	10,2	4,73
S2:compost RSU	4,6	17,5	10,6	5,29
S3:compost lodos	4,36	21,3	10,3	4,86
S4:compost alperujos	4,42	17,7	9,61	4,58
S5:Fem de Sac	4,01	20,8	10,9	4,05
S6:compost de purines	3,99	16,7	10	3,96
S7:vermicompost	4,17	13,9	11,3	4,48
S0:control	4,38	15,5	10,7	4,07
Media	4,25	17,1	10,4	4,50
DS	0,224	2,91	0,535	0,462
SS	**p>0,05**	**p>0,05**	**p>0,05**	**p>0,05**

Tabla 13. Contenido de micronutrientes asimilables en el suelo, profundidad de 15-30 cm (Cu=cobre, Fe=hierro, Mn=manganeso y Zn=cinc)

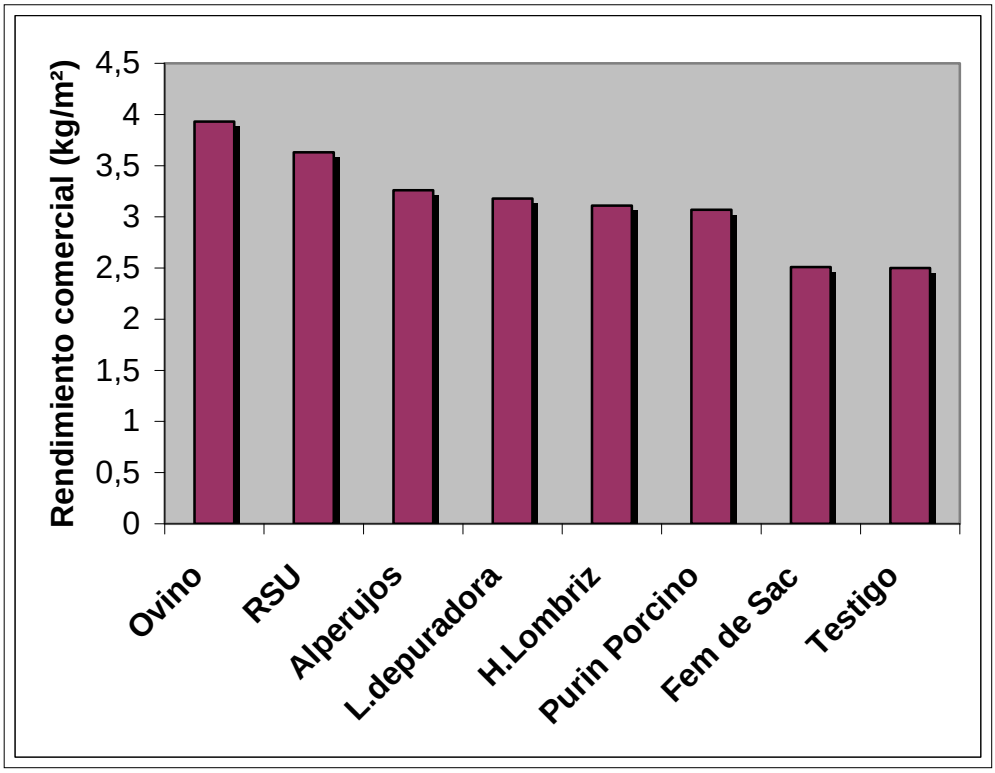

Figura 1. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en el rendimiento comercial del hinojo

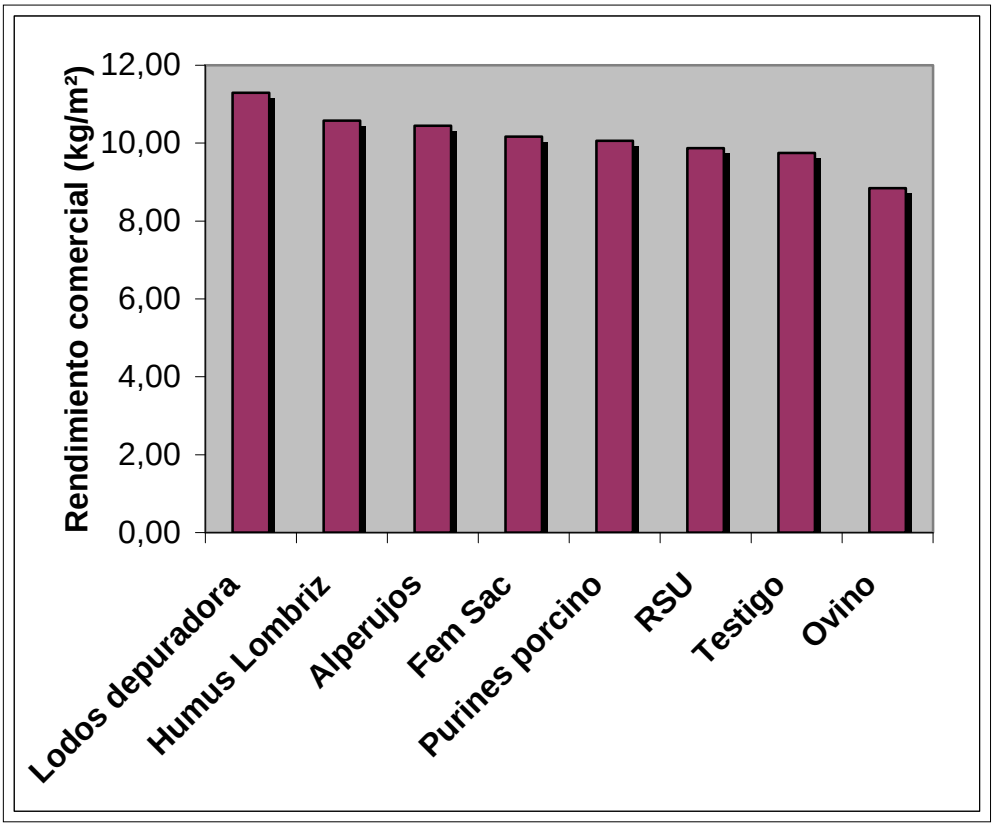

Figura 2. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en el rendimiento comercial del pimiento

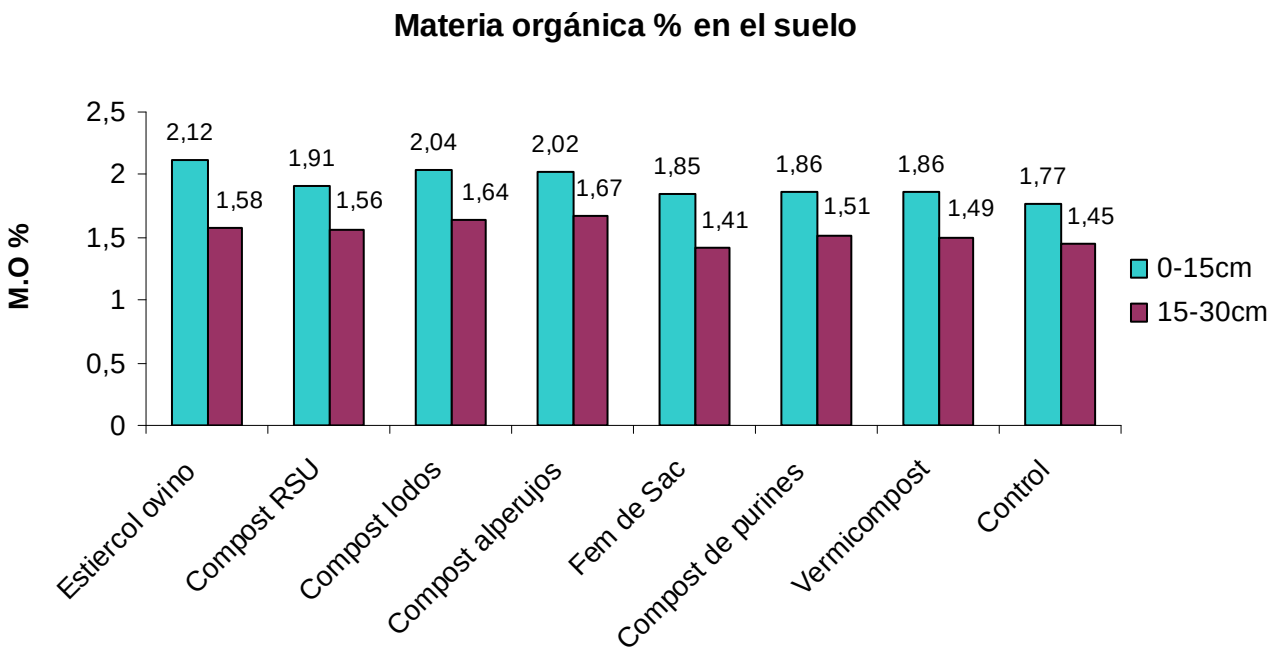

Figura 3. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en el contenido de materia orgánica del suelo, profundidades de 0-15 y 15-30 cm

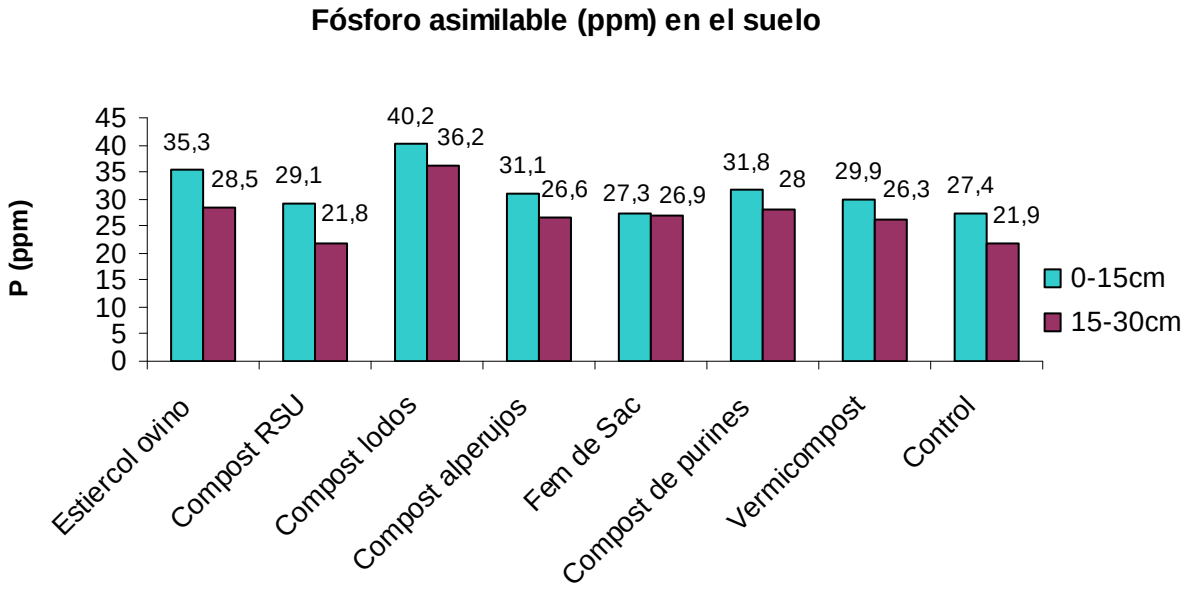

Figura 4. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en el contenido de fósforo asimilable del suelo, profundidades de 0-15 y 15-30 cm

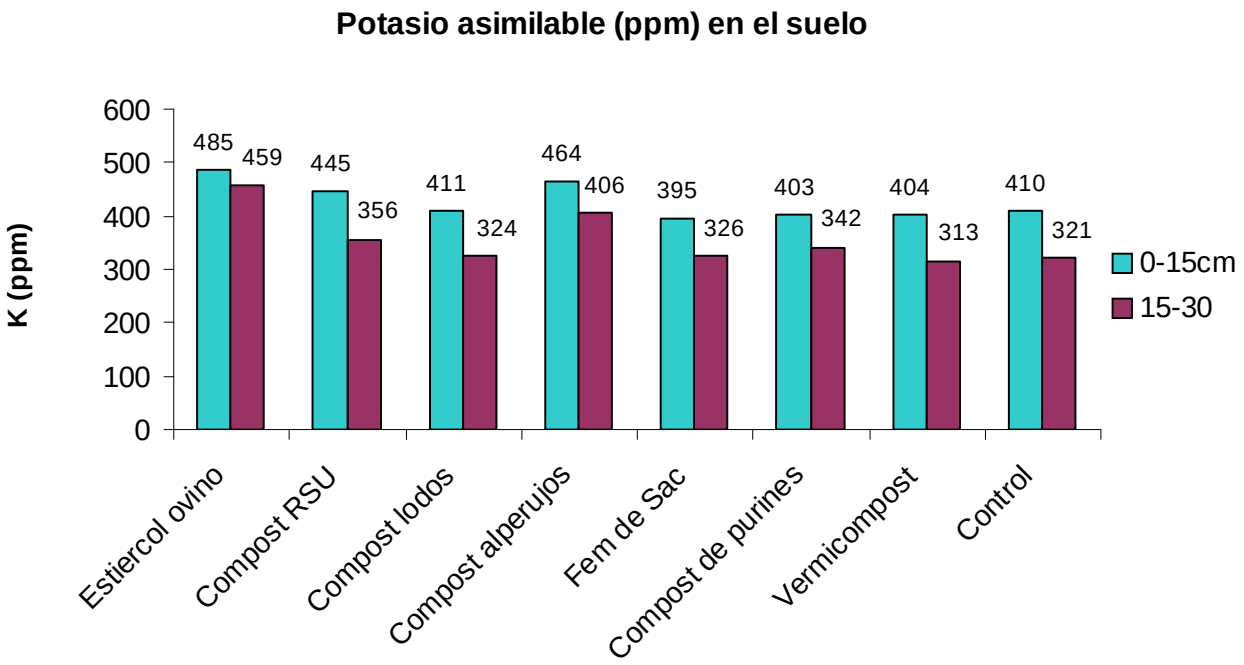

Figura 5. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en el contenido de potasio asimilable del suelo, profundidades de 0-15 y 15-30 cm

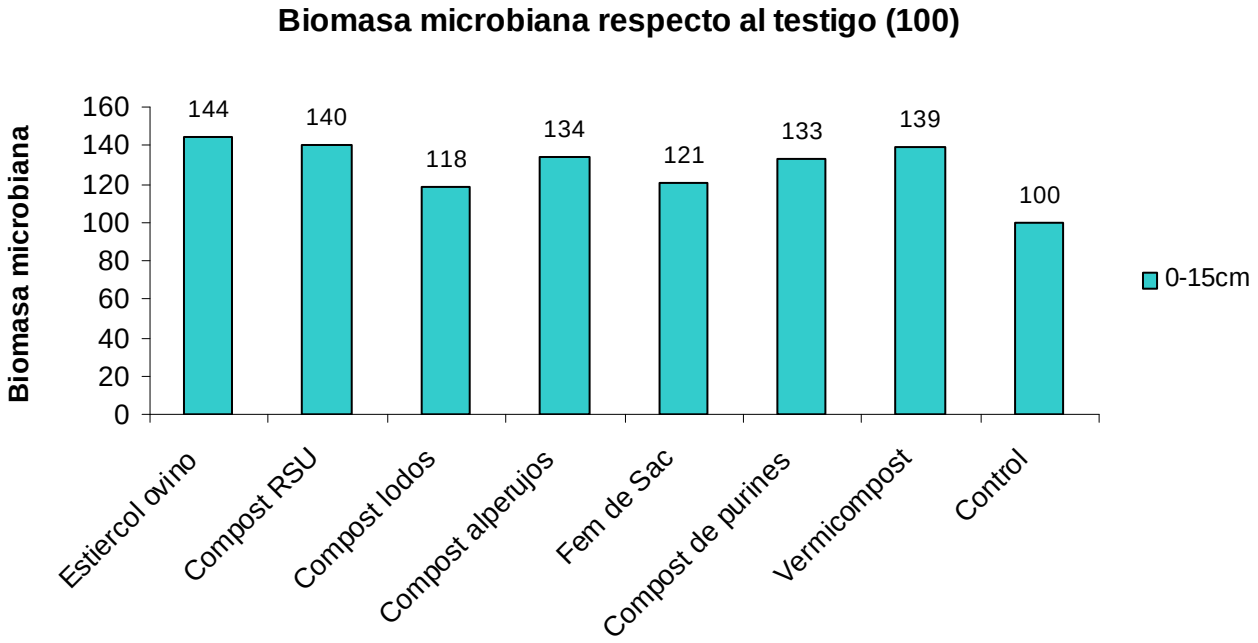

Figura 6. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en el contenido relativo de la biomasa microbiana del suelo, profundidad de 0-15 cm

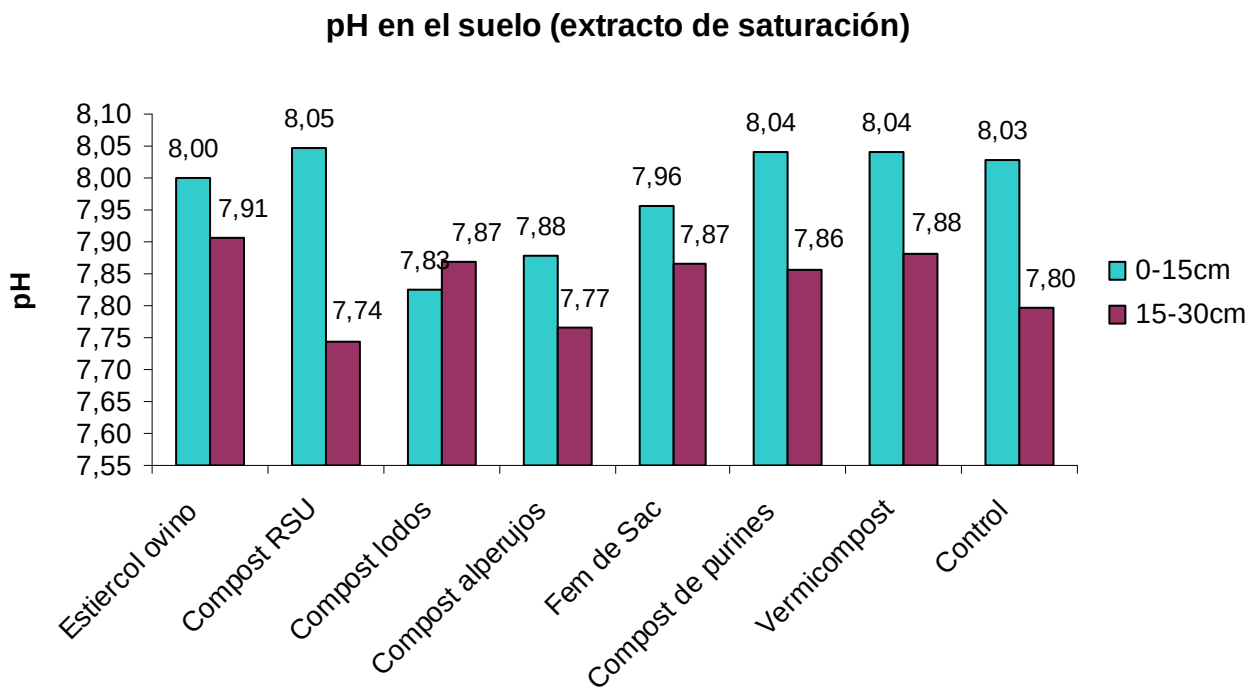

Figura 7. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en el pH del suelo, profundidades de 0-15 y 15-30 cm

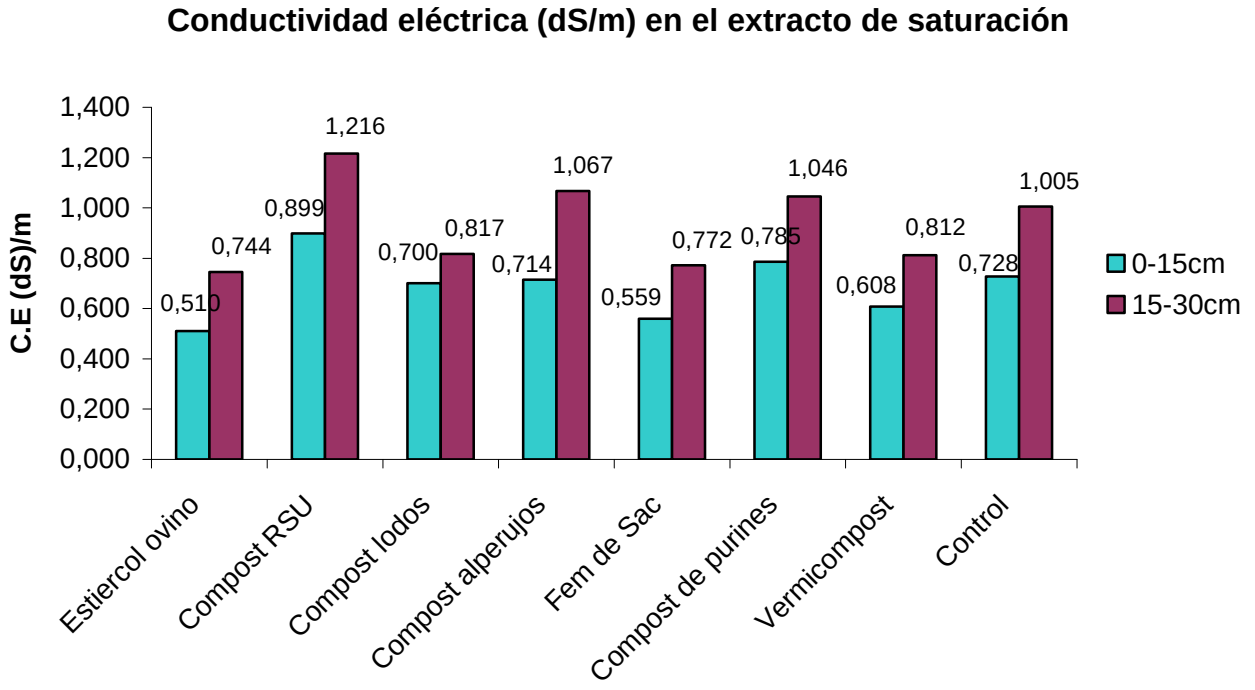

Figura 8. Efecto de las enmiendas orgánicas sólidas en la conductividad eléctrica del suelo, profundidades de 0-15 y 15-30 cm